

# Los sitios de disposición final: una narrativa de los avances y las asignaturas pendientes en León, Guanajuato

DANIEL TAGLE ZAMORA<sup>1</sup>

ALEX CALDERA ORTEGA<sup>2</sup>

JUAN ANTONIO RODRÍGUEZ GONZÁLEZ<sup>3</sup>

## Resumen

El crecimiento económico, el incremento poblacional, la cultura del consumo y la ausencia de la educación ambiental son factores que inciden directamente en el aumento del volumen de residuos sólidos urbanos (RSU) generados en las ciudades. Esta dinámica representa para los municipios una fuerte presión que, con escasos recursos, tratan de gestionar. La disposición final de los RSU, que es el centro de interés de esta propuesta, constituye el proceso último en la gestión integral de residuos sólidos urbanos, la cual es esencial para evitar afectaciones a la salud de la población y al medio ambiente. Por consiguiente, el objetivo definido aquí consistió en determinar la condición actual que guardan los sitios de disposición final (SDF) de RSU en el tercer municipio con mayor población en México: León, Guanajuato.

A través de una investigación cualitativa, que consistió en entrevistas en profundidad a los responsables del manejo de los dos SDF “El Verde” y “La Reserva”, se logró identificar los avances conseguidos en el primero, pero también las asignaturas pendientes en el segundo, las cuales complejamente se podrán atender, ya que existen

---

Fecha de recepción: 3 de agosto de 2021. Fecha de aceptación: 11 de octubre de 2021.

1 Universidad de Guanajuato. <https://orcid.org/0000-0002-6203-7429>. Correo electrónico: [datagle@ugto.mx](mailto:datagle@ugto.mx)

2 Universidad de Guanajuato. <https://orcid.org/0000-0002-7609-8724>. Correo electrónico: [arcaldera@ugto.mx](mailto:arcaldera@ugto.mx)

3 Universidad de Guanajuato. <https://orcid.org/0000-0003-3409-1951>. Correo electrónico: [ja.rodriuezgonzalez@ugto.mx](mailto:ja.rodriuezgonzalez@ugto.mx)

rigideces políticas y presupuestales que actualmente impiden armonizar en León una disposición final acorde con la normativa.

*Palabras clave:* sitios de disposición final, residuos sólidos urbanos, gestión, pasivos ambientales, aprovechamiento de residuos.

*JEL:* Q51, Q52, Q53, Q57.

## FINAL DISPOSAL SITES IN LEON, GUANAJUATO: A NARRATIVE OF PROGRESS AND PENDING SUBJECTS

### Abstract

*Economic growth, population growth, consumer culture and the absence of environmental education are factors that directly affect the increase in the volume of urban solid waste (MSW) generated in cities. This dynamic represents a strong pressure for the municipalities, which, with scarce resources, they try to manage. The final disposal of MSW, which is the center of interest of this proposal, constitutes the final process in the Integral Management of Solid Urban Waste, which is essential to avoid affecting health of the population and the environment. Therefore, the objective defined here was to determine the current condition of the final disposal sites (SDF) of MSW in the third municipality with the largest population in Mexico: Leon, Guanajuato. Through qualitative research, which consisted of in-depth interviews with those responsible for managing the two SDF "El Verde" and "La Reserva," it was possible to identify the progress made in the first, but also the pending subjects in the second, which can be complexly addressed, since it depends on political will and budgetary flexibility to harmonize in Leon a final provision in accordance with the regulations.*

*Keywords:* final disposal sites, urban solid waste, management, environmental liabilities, use of waste.

*Journal of Economic Literature (JEL):* Q51, Q52, Q53, Q57.

### Introducción

De acuerdo con el *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos* (DBGIR), en México se calcula que diariamente se generan 120,128 toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) provenientes de casas habitación (Semarnat, 2020). Estos residuos una vez generados siguen un proceso que va de la recolección a la disposición final, y cuya responsabilidad del manejo y gestión recae directamente en los municipios, tal como señala la fracción III del artículo 115 constitucional. Los datos del *Diagnóstico* en 2017 señalan que estaban siendo ingresados en los sitios de disposición final (SDF) 86,352 toneladas al día; es decir, únicamente se disponía el 72% del volumen total que actualmente se genera. México enfrenta un fuerte rezago en el ámbito de la gestión integral de residuos sólidos (GIRS); en el caso de los SDF, se encontraban registrados en dicho año 2,203, ubicados en 1,722 municipios, lo que significa que 685 municipios no cuentan con un SDF propio, o bien comparten con otros municipios dichos sitios

para disponer sus RSU. Además de este rezago, se suman severos atrasos respecto a las características técnicas y de infraestructura de estos SDF, como son: ausencia de captación de lixiviados y tratamiento de éstos; carencia de infraestructura para la captura de biogás; falta de geomembranas para aislar a los residuos del suelo; insuficiencia de compactación de los residuos y escasez de infraestructura básica para protección del ambiente. El 40.08% de los SDF en México no realiza ningún procedimiento señalado en la NOM-083-SEMARNAT-2003 (Semarnat, 2020). Este escenario de baja capacidad mostrado por los municipios para garantizar SDF acordes con la NOM-083 favorece escenarios de alto riesgo para la salud de la población y el deterioro del medio ambiente.

En el caso del estado de Guanajuato, se muestra un problema serio respecto a la calidad de la información en el tema de la generación de RSU, lo que dificulta el análisis y la toma de decisiones. Mientras el DBGIR de la Semarnat (2020) indica que en Guanajuato se generan diariamente 6,031 toneladas de RSU, el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Guanajuato (PEPGIRSUG) de la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (SMAOT) indica, por su cuenta, un volumen diario de 3,570 toneladas de RSU, lo que significa una diferencia de 2,461 toneladas por día entre ambas fuentes de información oficial (SMAOT, 2021). En el caso de la información referente a los SDF que reciben la recolección de RSU, también se presenta discrepancia en los datos entre ambas fuentes, el DBGIR señala que de los 46 municipios que integran al estado, únicamente 44 cuentan con SDF. En el caso del PEPGIRSUG (2021), éste señala que hay 42 SDF, de los cuales 15 son rellenos sanitarios, 10 son SDF controlados, 14 son SDF no controlados (botaderos), dos SDF para residuos de la construcción y un relleno regional que recibe RSU de los municipios de Abasolo y Pueblo Nuevo; cabe señalar que 15 SDF ya rebasaron su vida útil (SMAOT, 2021: 32).

En el caso concreto del municipio de León, caso de estudio de este trabajo, el Instituto Municipal de Planeación de León (Implan, 2019) registró que diariamente fueron recolectadas 1,289 toneladas de RSU en 2019, lo que se traduce en un volumen anual ingresado al actual relleno sanitario de poco más de 470 mil toneladas. Para atender estos volúmenes de RSU en los últimos 35 años León ha contado con dos SDF; el primero, conocido como La Reserva, el cual fue el primer sitio controlado de disposición de residuos, éste se encuentra fuera de operaciones y en espera de la aprobación de un proyecto para su cierre y clausura; el segundo SDF es El Verde, que hoy en día recibe los RSU de poco más de 1.7 millones de habitantes del municipio con expectativas de operaciones hasta el año 2030.

Bajo este contexto, el objetivo planteado para la presente investigación consistió en conocer la condición actual que guardan los dos SDF de RSU en el municipio de León: La Reserva y El Verde, esto considerando que León es el tercer municipio con mayor población en todo México. El enfoque de referencia se dio bajo el acercamiento al marco de la gestión integral de residuos sólidos (GIRS), y concretamente con la revisión a la NOM-083-SEMARNAT-2003, que es la norma mexicana bajo la cual se rigen hoy en día los SDF en México. El planteamiento metodológico fue de tipo cualitativo, teniendo para la recolección de datos la revisión documental de las principales fuentes

de información oficial en el ámbito de RSU; y la realización de entrevistas en profundidad a los actores responsables del manejo de los SDF en León.

El documento se estructura de la siguiente forma: en el primer apartado se aborda el encuadre analítico consistente en la GIRSU. En el segundo apartado se describe la zona de estudio. En la tercera parte se plantea el marco metodológico seguido para el desarrollo de la investigación. En la cuarta sección se abordan los resultados. Y finalmente, de manera conjunta se presenta la discusión y conclusiones correspondientes.

## **Aspectos conceptuales**

### *Gestión integral de residuos sólidos*

La gestión integral de residuos sólidos (GIRS) se refiere a aquel enfoque estratégico de sostenibilidad para la gestión de residuos sólidos que alcanza a todas las fuentes y todos sus aspectos; abarca las actividades vinculadas con la generación, separación de origen, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, segregación, tratamiento, recuperación y disposición final de menara integrada, siendo el uso eficiente de recursos el eje rector de la gestión. En este sentido, el objetivo de la GIRS es minimizar el impacto que los residuos pueden provocar en la salud de la población y en afectaciones negativas al medio ambiente (Aviña, 2012; Graziani, 2018; Ojeda, 2018; Tchovanoglous, Vigil y Theisen, 1994; UNEP, 2009).

Para México, el artículo 1 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de 2003 (LGPGIR, 2003) se refiere a la gestión integral de residuos como el:

Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región (LGPGIR, 2003: 4).

La GIRS, por tanto, es un proceso complejo que necesita de la armonización dinámica de distintos ámbitos para dar viabilidad al alcance de sus objetivos en contextos de continuos cambios. Requiere de la integración y participación de todos los actores; la flexibilización de las instituciones; la disponibilidad de recursos humanos, técnicos, económicos, tecnológicos y financieros; así como de la amplia voluntad políticas para encaminar cada caso particular hacia la GIRS (Jiménez, 2015; Kalia, Bolia y Sishil, 2020; UNEP, 2009).

*Tabla 1*  
Ámbitos para la sostenibilidad de la GIRS

<i>Ámbito</i>	<i>Refiere a</i>
Político-jurídico	Asegurar la viabilidad política por parte de los distintos niveles de autoridad y aquellos otros actores involucrados en concordancia con el marco legal.
Organizacional	La capacidad de los municipios, o autoridades locales, para desarrollar capacidades de sus estructuras orgánicas capaces de sostener administrativamente los procesos de operación, mantenimiento y mantenimiento del sistema de residuos sólidos.
Social-cultural	Garantizar que la participación de la población esté incorporada en el diseño de la estrategia y metodologías de para la GIRS.
Técnico-tecnológico	La selección de tecnologías adecuadas para la implementación en cada una de las actividades de la GIRS.
Económico-financiero	La incorporación de tarifas y retiro de subsidios que garanticen la sostenibilidad del servicio (cobertura de costos de operación, mantenimiento, reposición y capitalización) tomando en cuenta los aspectos socioeconómicos de la población y su voluntad de pago.
Ambiental	Propiciar los procesos necesarios que mitiguen los impactos negativos que tiene la generación de residuos tales como los gases, lixiviados y olores.

Fuente: elaboración propia a partir de AVINA (2012: 18-22).

Tal como se muestra en la tabla 1, estos ámbitos identificados para la sostenibilidad de la GIRS requieren de un encuadre determinado por las perspectivas del género, la equidad social y los derechos humanos (AVINA, 2012; ONU, 2015). Es decir, la ausencia de estos enfoques fuera de los instrumentos de la GIRS, tal como los Planes-GIRS, pueden generar sesgos que alejen aquellos intentos de los objetivos establecidos.

Dentro de la GIRS, se considera una jerarquización que tiene como fin la minimización de los residuos generados, el cual se empareja con el planteamiento de la maximización de los beneficios que se pueden obtener a partir del aprovechamiento de aquellos residuos susceptibles de ser valorizables (Graziani, 2018). Como es notorio en la GIRS, el enfoque de la prevención resulta ser clave, ya que directamente implica un escenario de ahorro frente al empleo de todos aquellos recursos que contrariamente se tienen que activar cuando se gestiona un residuo generado.

*Imagen 1*  
Jerarquía de la GIRS



Fuente: tomado de Graziani (2018: 37).

En lo que corresponde a la responsabilidad de implementar la GIRSU, Abellán (2018) señala que en América Latina este tema recae mayoritariamente sobre los gobiernos locales. En México, la fracción III del artículo 115 constitucional señala que las funciones y servicios públicos del proceso de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos recaen directamente en los entes municipales.

Siguiendo esta misma línea de la LGPGIR (2003), se tiene que el manejo integral de RSU se refiere a:

[...] las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social (LGPGIR, 2003: 5).

Dentro de las modalidades de ejecución de los procesos de la GIRSU, Abellán (2018) comenta que las municipalidades de la región han implementado el manejo integral de manera propia, o bien a través de contratos con particulares; esto dependiendo de las características que presenta cada municipalidad de acuerdo con su tamaño, capacidad económica e incluso cuestiones ideológicas del gobierno en turno. En México los prestadores de los distintos servicios públicos a nivel municipal cuentan con el sustento legal del artículo 115 para definir el esquema de gestión. Desde los años ochenta del siglo pasado, estos modelos se han concentrado en públicos, privados y mixtos, estos últimos influenciados por la ola neoliberal.

## **Normatividad mexicana para los SDF “NOM-083-SEMARNAT-2003”**

La última etapa dentro de la cadena del proceso de la GIRS corresponde a la disposición final, referente al empleo de aquel espacio físico donde es confinado indefinidamente aquel rechazo que resulta del proceso previo de recuperación de material valorizable. Para Sarafían (2018: 103), en esta etapa:

El relleno sanitario es la metodología técnica para la disposición final de RSU. Es una obra de ingeniería, cada vez más avanzada, diseñada y operada para la contención y el confinamiento de los residuos con sistemas de protección ambiental y de seguridad para la salud de la población.

El diseño de los SDF depende esencialmente de las características de los residuos que serán finalmente confinados en dicho espacio. En el caso mexicano, la NOM-083-SEMARNAT-2003 señala que un relleno sanitario es una:

[...] obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con el fin de controlar, a través de la compactación e infraestructura adicional, los impactos ambientales (NOM-083-SEMARNAT-2003).

*Tabla 2*  
Obras complementarias en los SDF

<i>Obras</i>	<i>Tipo de relleno (Toneladas al día)</i>		
	<i>A</i> <i>Mayor a 100</i>	<i>B</i> <i>50 a 100</i>	<i>C</i> <i>10 y menor a 50</i>
Caminos de acceso	X	X	X
Caminos interiores	X	X	
Cerca perimetral	X	X	X
Caseta de vigilancia y control de acceso	X	X	X
Báscula	X	X	
Agua potable, electricidad y drenaje	X	X	
Vestidores y servicios sanitarios	X	X	X
Franja de amortiguamiento	X	X	X
Oficinas	X		
Servicio médico y seguridad personal	X		

Fuente: NOM-083-SEMARNAT-2003 (2003: 13).

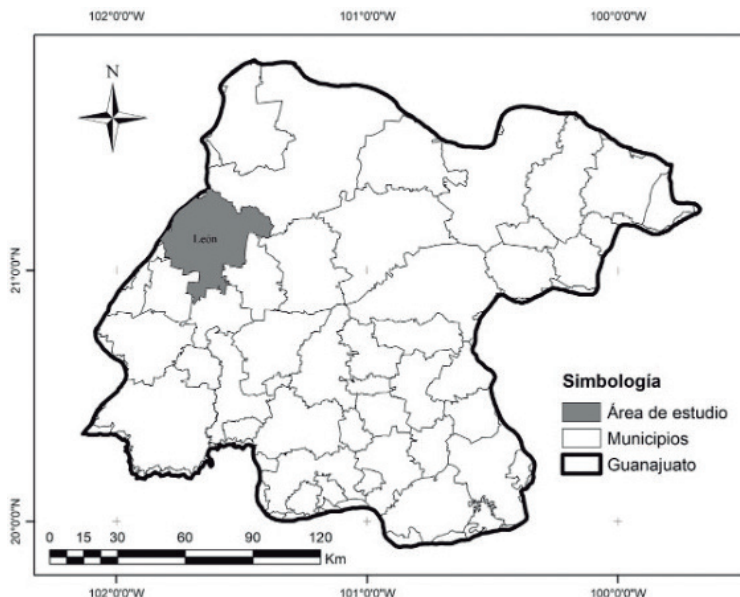
Dentro de las actividades realizadas dentro de los rellenos sanitarios y que corresponden a una GIRS, se tienen: la distribución de residuos; trituración y compactación; cobertura superior del relleno; estabilidad del relleno sanitario; manejo de los lixiviados generados (captación y tratamiento); y captación y quema de biogás (Sarafían, 2018). Estas actividades por un periodo de tiempo de vida del relleno sanitario deberán ir

acompañadas de un plan para el cierre y clausura del SDF. En el caso de esta fase, la cubierta final del relleno sanitario estará en función del uso del suelo al que se destine el polígono; tal como se mencionó, la regulación de los SDF en México depende de la NOM-083-SEMARNAT-2003, la cual es el instrumento oficial para el diseño, construcción, operación y cierre de los SDF acorde con las necesidades de la salud pública y el medio ambiente.

### Descripción de la zona de estudio

León de los Aldama es uno de los 46 municipios del estado de Guanajuato en México. De acuerdo con el último Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020), el municipio contabilizó una población de 1'721,215 habitantes, es decir, el 27.9% del total de la población del estado de Guanajuato.

Mapa 1  
León, Guanajuato



Fuente: elaboración propia.

La dinámica geográfica del municipio muestra un crecimiento poblacional acelerado. Entre 2000 y 2020 la población creció en 51.5%, mientras entre 2010 y 2020 el crecimiento fue de 19.8%; este último dato destaca una desaceleración en el crecimiento poblacional, el cual fue inferior al 26.4% que se registró entre 2000 y 2010. Respecto



al dato de las viviendas, León mostró un crecimiento significativo de 102% entre el año 2000 y 2020.

*Tabla 3*  
Municipio de León, Guanajuato: dinámica poblacional

<i>Año</i>	<i>Población</i>	<i>Viviendas</i>
2000	1'135,798	217,874
2005	1'294,127	268,717
2010	1'436,480	329,952
2015	1'578,626	386,977
2020	1'721,215	440,662

Fuente: INEGI (2020).

El INEGI (2020) coloca a León como el tercer municipio más poblado a nivel nacional, incluso por encima de ciudades como Monterrey y Guadalajara. León se encuentra sólo por debajo de Tijuana e Iztapalapa. A nivel de zonas metropolitanas, la zona metropolitana de León (ZML) es la sexta más poblada del país, integrando 1.96 millones de habitantes (Implan, 2017).

*Mapa 2*  
Crecimiento urbano del municipio de León



Fuente: Implan (2019: 11).

El Implan (2019) indica que en 21 años, entre 1998 y 2019, la zona urbana de León se expandió 72.5%, es decir, el equivalente a 9,662 hectáreas, pasando de 13,374 hectáreas en 1998 a 23,018 hectáreas en 2019, lo que ha requerido de fuertes esfuerzos institucionales para equipar y dotar a la ciudad de los diversos servicios públicos que son requeridos por los leoneses.

## **Metodología**

Considerando el objetivo de la investigación, la aproximación metodológica consistió en la selección de un caso de estudio como fue la ciudad de León, Guanajuato. Las unidades de análisis seleccionadas fueron los sitios de disposición final de RSU en el municipio de León conocidos como La Reserva y El Verde. Se trató de una investigación de tipo cualitativo, teniendo como técnicas seleccionadas para la recolección de datos la revisión documental de las principales fuentes de información oficial en el ámbito de RSU a nivel federal, estatal y municipal; y la realización de entrevistas en profundidad a los actores responsables del manejo de los SDF en León, así como a otros expertos y conocedores en el tema. A continuación se describen estos tres procesos.

### *a. Revisión documental*

En el caso de la revisión de fuentes de información oficiales, se consideraron los principales instrumentos a nivel federal, estatal y municipal empleados para la planeación de la gestión de RSU:

1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (2003).
2. Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos (2020).
3. Modelo integral para el manejo y gestión de residuos en León (2016).
4. Programa Municipal para la Prevención y Gestión de Residuos para el Municipio de León, Guanajuato (2020).
5. Diagnósticos del Instituto Municipal de Planeación de León (Implan).

### *b. Entrevistas en profundidad*

Las entrevistas estuvieron enfocadas tanto en el responsable de la Subdirección de Tratamiento y Disposición de Residuos (Actor 1) como en el consejero ciudadano (Actor 2) encargado del proyecto “Cierre y clausura de la Reserva”, ambos del Sistema Integral de Aseo Público de León. Se sumó la entrevista al subdirector de la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del estado de Guanajuato, quien al principio de la década del 2010 fuera director de la Dirección General de Gestión Ambiental de León (Actor 3). Las entrevistas se realizaron entre los meses de julio y septiembre de 2019 y se enfocaron en conocer en profundidad el proceso del manejo de ambos sitios dedicados a los SDF de RSU en el municipio de León. El acercamiento a los informantes consistió en la técnica de bola de nieve, concluyendo la entrevista hasta que la información obtenida fuera suficiente y alineada al objetivo de la investigación (Hernández, 2019).

## Resultados

### *El viejo tiradero a cielo abierto “La Reserva”*

La Reserva fue el primer SDF controlado en León; inició operaciones en 1985 y dejó de prestar servicio en 2001, cuando se dio apertura a El Verde. La Reserva como SDF no fue un relleno sanitario como tal, dado que en aquel año no existía aún la normativa NOM-083-SEMARNAT-2003 que actualmente rige a los SDF en México.

La Reserva no contó con la infraestructura e ingeniería que actualmente se aplica en los SDF que consideran: báscula, captura y tratamiento de lixiviados, captura de gas y la posibilidad de producción de energía con dicho gas capturado, geomembranas, compactación, celdas de confinamiento y cerca de seguridad, que en conjunto permiten minimizar los impactos negativos a la salud pública y al ambiente en general. En este sentido, los residuos que llegaban ahí se disponían directamente al suelo natural y las compactaciones no eran las que ahora marca la normatividad, apareciendo ésta en 1996 con su modificación de 2003; por lo tanto, no hubo una operación adecuada del sitio.

*Tabla 4*  
La Reserva: el viejo tiradero del municipio de León

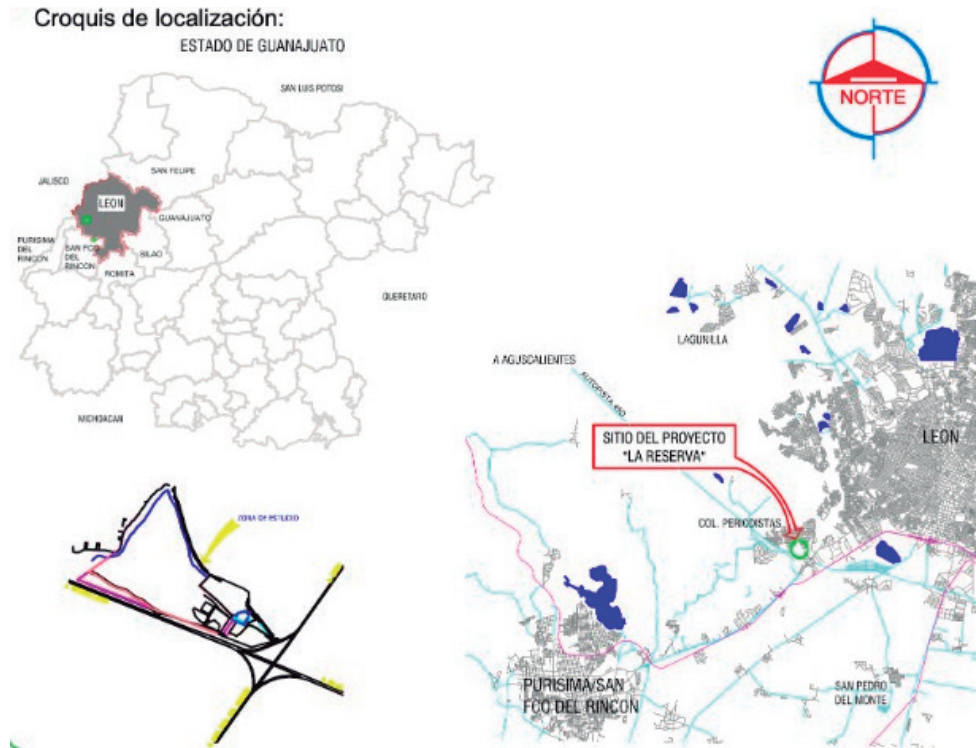
Definición	Sitio inadecuado de disposición final que no cumple con los requisitos establecidos en la NOM-083-SEMARNAT-2003
Ubicación	Carretera León-San Francisco del Rincón kilómetro 7.5 Ejido Plan de Ayala coordenadas geográficas: 21o 05' 04.05 "N-101o 44' 57.43"
Dimensión	25 hectáreas
Periodo de vida	16 años. De 1985 a 2001
Recepción de basura en su periodo de apertura	900 toneladas al día
Recepción de basura en su periodo de cierre	1,600 toneladas al día
Volumen almacenado	5.5 millones de toneladas
Problemática principal	La precipitación pluvial genera presión en la producción de lixiviado contaminante con una cantidad anual de 37,500 metros cúbicos al año de lixiviado
Estatus	Proyecto ejecutivo de cierre y clausura elaborado sin fondos para su ejecución

Fuente: Municipio de León (2017).

La NOM-083 menciona que una vez recibido el último residuo, tiene que darse un periodo de 20 años de monitoreo y mantenimiento, para después poder hacer una clausura y darle un uso final al sitio. La Reserva dejó de operar en marzo de 2001, en donde se calcula que aproximadamente hay 5.5 millones de toneladas de basura confinada en una superficie de 25 hectáreas (entrevista Actor 1, 2019).

### Mapa 3

#### Antiguo relleno sanitario La Reserva en León, Guanajuato



Fuente: Municipio de León (2017).

#### *La caracterización de los residuos depositados en La Reserva*

A grandes rasgos, en los años ochenta ingresaban residuos sólidos urbanos, es decir, todo lo que se genera en una casa habitación; hablando de pilas, papel sanitario, plásticos, hay presencia de un volumen elevado de residuos orgánicos con preponderancia sobre los residuos inorgánicos. No obstante, también se recibían residuos de manejo especial de todos los procesos de producción ubicados en la localidad; muchos vinculados con el cuero y calzado, entraban residuos de cortes textiles, suelas; en el tema de curtiduría entraba raspa, lodo de pelambre y también había un área específica y controlada para residuos que llegaban de hospitales.

Debido a la caracterización de residuos depositados en La Reserva, hay presencia de cromo trivalente detectado en el lixiviado, el cual no genera riesgo alguno. Dentro de los parámetros medidos se considera el cromo total, mostrando presencia en un porcentaje, pero como tal el cromo hexavalente no se ha encontrado en las pruebas de laboratorio que ha realizado el SIAP (entrevista Actor 1, 2019). Sin embargo, y con-

trario a lo que se señala desde el SIAP el consejero ciudadano (Actor 2) entrevistado señala algunas de las problemáticas identificadas en La Reserva que ponen en riesgo los temas de la salud y el medio ambiente:

La Reserva es un problema de tipo ecológico, económico, social y político. Mira, no podemos esconder esto, La Reserva era un tiradero sin control alguno, hay cualquier cantidad de cosas ahí en el relleno, cosas que deben de estar y otras que no debían de estar; empezando por la raspa que se metió por desechos de productos químicos y sabemos que sigue saliendo mucho cromo 6, tal vez otro tipo de cuestiones. Para bien o para mal el relleno sanitario sigue siendo un pasivo muy importante para León, pero también un foco posible de infección si no se controla bien como tiene que ser, no es llegar y echarle tierra, porque tierra ya tiene, hay que cerrarlo y clausurarlo como dice la norma (entrevista Actor 2, 2019).

### *Problemáticas de La Reserva*

Hablando de la problemática que presenta actualmente La Reserva, que, si bien el sitio está recibiendo el seguimiento en materia de vigilancia y mantenimiento, en éste no se está garantizando la norma como ésta señala, ya que menciona tres puntos importantes para el manejo de un SDF: 1) control y generación de biogás; 2) control y generación de lixiviado, y 3) conformación de taludes, plataformas y caminos. El SIAP se enfoca en el tratamiento de lixiviados, es lo que se hace actualmente, pero en temas de cobertura, de mantenimiento de caminos y conformación de taludes, éstos se fueron dejando atrás con el tiempo; igualmente con el tema de la generación del biogás, estos dos puntos representan los principales problemas del sitio. Sin embargo, actualmente hay un proyecto ejecutivo para su cierre, éste en conjunto con la Dirección General de Obra Pública para dar una clausura de acuerdo con la norma y posteriormente un uso final al sitio (entrevista Actor 1, 2019). Sumado a lo señalado por el SIAP, el consejero ciudadano señaló por su parte que:

En un principio el relleno nació mal y se siguió mal formando, es un espacio ecológico ambiental muy importante para León, se tiene que hacer lo que se pueda para llegar a su buen cierre y clausura, esto en cuestión ecológica. En cuestión económica, pues sí es mucho dinero el que se requiere para su buen cierre y clausura, no podemos completar ahorita por cuestiones de burocracia (entrevista Actor 2, 2019).

### *El manejo del lixiviado*

Respecto a las implicaciones de La Reserva, ésta produce en promedio 37 millones de litros de lixiviados al año, pero esto depende mucho del clima, especialmente la precipitación pluvial y la temperatura. Los problemas que tiene el SIAP respecto a este sitio son los temas de cobertura de las plataformas expuestas, que cuando llueve ocasiona mayor infiltración en la biomasa y esto suma a la generación de lixiviado, aumentando su producción en metros cúbicos; no obstante, promover la buena cobertura preveniría esta problemática. Se tiene un rezago sensible en toda la infraestructura necesaria acorde con la NOM-083 para darle un buen seguimiento al sitio, lo que debería de

dar la verdadera pauta en la disminución de la producción tanto lixiviado dentro de La Reserva (entrevista Actor 1, 2019).

Para atender el tema del lixiviado, el SIAP desde 2012 tiene una planta de tratamiento de lixiviado en La Reserva, con una capacidad instalada de 80 metros cúbicos por turno, lo que permite ofrecer resultados satisfactorios dentro de la NOM-001-SEMARNAT-1996 (Municipio de León, 2017). Para el tratamiento de los lixiviados se hace un proceso fisicoquímico por carburación, se le agrega floculante y coagulante para generar las reacciones necesarias, y para mitigar los patógenos se utiliza cal, lo cual también ayuda a aumentar el pH y, por lo tanto, contribuye a tener la reacción con los demás químicos que se incluyen. El contaminante se separa por sedimentación. Esta forma de tratar los lixiviados aporta además en la disminución de la producción de lodos y en las implicaciones de su disposición final. El costo aproximado para el tratamiento del lixiviado es de 350 mil pesos trimestrales para la compra de los materiales (entrevista Actor 1, 2019).

### *El manejo del biogás*

Respecto a la generación de biogás, en La Reserva no se tiene una medición, ya que anteriormente se tenían unos quemadores por pozo, pero ya no están en funcionamiento; por lo tanto, no hay un flujo que indique el volumen que se está generando. Actualmente se cuenta con 12 pozos donde se hace la quema del biogás (entrevista Actor 1, 2019).

### *Gestión de La Reserva*

Actualmente la supervisión del sitio es directamente del SIAP, por parte del área de residuos. Se cuenta con un supervisor en sitio y cuatro operativos que se encargan de la planta. En este momento (2019) se está tratando de dar mantenimiento a los caminos para poder hacer la recirculación, ya que cabe mencionar que el lixiviado que se trata es recirculado, lo que ayuda a la degradación de la biomasa que se encuentra en el sitio (entrevista Actor 1, 2019).

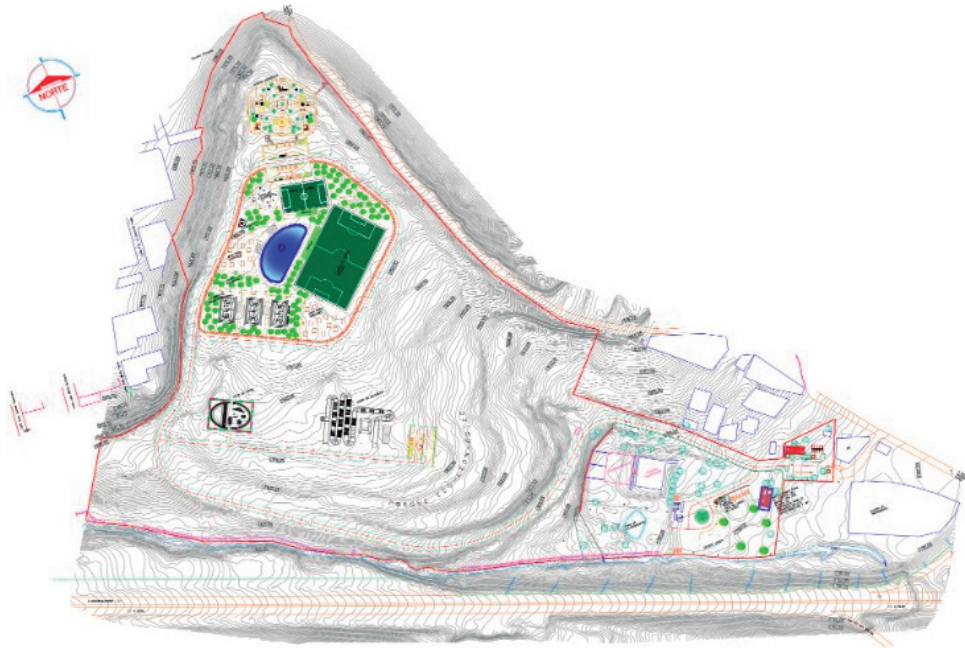
### *Cierre y clausura de “La reserva”*

Existe una alta complejidad respecto al cierre y clausura del viejo tiradero La Reserva acorde con la NOM-083-SEMARNAT-2003. Como ya se mencionó, el tema de los lixiviados y de la producción y quema de gas constituye el principal reto relacionado con los retos climatológicos que impone la región. Sin embargo, el SIAP tiene ya identificadas las diversas acciones para dar paso al proceso de cierre y clausura de La Reserva. A continuación se enlistan algunas de las tareas que debe enfrentar este pasivo ambiental en el municipio de León:

- Estabilidad de taludes, bermas de apoyo y caminos de acceso, que garanticen su estabilidad física y eliminen el riesgo potencial de que se presente algún deslizamiento de los taludes y plataforma del sitio.
- La cobertura debe aislar los residuos, minimizar la infiltración de líquidos en las celdas, controlar el flujo del biogás generado, minimizar la erosión y brindar un drenaje adecuado.
- Manejar y controlar los escurrimientos superficiales con el fin de evitar la erosión de la cubierta tanto en la plataforma como en los taludes.
- A partir de la información meteorológica relativa a la precipitación pluvial, representativa de la región donde se ubica el sitio, se debe diseñar la infraestructura hidráulica compuesta de canaletas, canales abiertos, alcantarillas, estructuras de desfogue y lagunas de concentración de escurrimientos; que permitan manejar eficientemente y sin riesgo alguno para el sitio en general la fracción del agua pluvial que escurrirá sobre sus distintos elementos (bermas, taludes y plataforma), considerando para ello distintos escenarios de caudales de agua a manejar.
- Sistema de captación y extracción del biogás generado de la descomposición de los residuos confinados en el sitio.
- Se deberá cuantificar la generación total de biogás, empleando para ello la tasa de producción de  $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$  (metano y bióxido de carbono) por tonelada de basura. Obtenida a partir de un balance estequiométrico se realizará con los resultados de la composición de los residuos; además se definirá la infraestructura necesaria para captar, extraer, conducir, destruir el biogás y/o alternativas de manejo.
- Con el fin de precisar la producción potencial de lixiviado que se genera por la infiltración de un porcentaje del agua de lluvia, al interior de los residuos confinados en el sitio se deberá llevar a cabo un estudio de balance hídrico.
- Diseñar un sistema de acondicionamiento del lixiviado, todo ello con el fin de acelerar los procesos de estabilización de los residuos confinados al interior del relleno, con lo cual se incrementarán las tasas de generación de biogás (Municipio de León, 2017: 24-27).

Para poder realizar el cierre se requiere un presupuesto aproximado de entre 70 y 80 millones de pesos para hacer el saneamiento del sitio, y arriba de 100 millones de pesos para realizar el cierre total del proyecto (entrevista Actor 2, 2019). Por el momento el municipio no cuenta con ese recurso; sin embargo, el SIAP está buscando obtener recursos federales para la realización del cierre.

Mapa 4  
Proyecto de cierre y clausura de La Reserva



Fuente: Municipio de León (2017).

Finalmente vale la pena señalar que el cierre y clausura es por medio de licitación organizada por el SIAP en conjunto con Obras Públicas, debido a que es una dependencia descentralizada directamente del municipio. Para esto se generó un convenio para trabajar conjuntamente el proyecto y delegar responsabilidades. Sin embargo, una de las problemáticas a la cual se enfrenta La Reserva es que no existen empresas o consultorías que manejen el tema de los residuos, especialmente en cuestiones de cierre y clausura, lo que representa un elemento más que se suma a la complejidad que implica garantizar la NOM-083 en este SDF.

#### *Relleno sanitario “El Verde”*

El Verde es un relleno sanitario que opera desde mayo de 2001, una vez que se deja de recibir RSU en el viejo tiradero La Reserva. El Verde cuenta con una infraestructura y obra de ingeniería acorde con la disposición final de los RSU con la finalidad de mitigar los impactos ambientales por medio de compactación; éste cuenta con un certificado bajo el requerimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003; de acuerdo con esta NOM-083, el

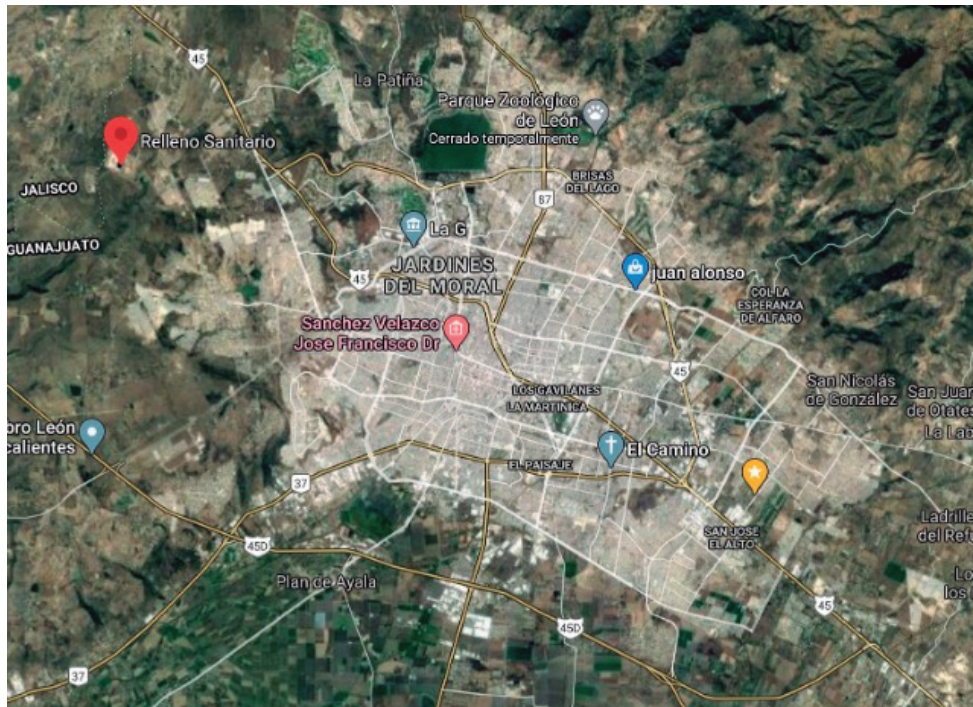


relleno sanitario se encuentra tipificado de tipo A por el ingreso mayor a 100 toneladas al día que éste presenta.

El Verde es gestionado por medio de Promotora Ambiental de la Laguna S. A. de C. V., empresa a la cual el municipio le otorgó la concesión para la disposición final de RSU del municipio de León. Esta empresa está facultada para la supervisión del sitio de acuerdo con el título de concesión y con la normatividad ambiental aplicable.

El espacio de disposición de El Verde cuenta con 70 hectáreas, y de acuerdo con un estudio realizado en 2014 su vida útil estaba estimada hasta el año 2025; pero, por la dinámica de la generación y gestión de los RSU en León fue que se le otorgaron 15 años adicionales de operación, concluyendo para 2030; la concesión únicamente era de 15 años, comenzando en 2001 y tendría que haber terminado en 2016. Sin embargo, se entregó un proyecto donde la propuesta justificante para otorgar otros 15 años se basó en utilizar el espacio que hay entre las dos macroceldas, funcionando como pirámide invertida, adicionando más capacidad de espacio para la disposición, permitiendo prologar su vida útil. No obstante, en 2019 aún se disponía de espacio en la macrocelda 2, donde actualmente se están disponiendo los RSU.

*Mapa 5*  
Relleno sanitario El Verde, en León, Guanajuato



Fuente: Googlemaps.

Las macroceldas que integran El Verde se manejan de la siguiente manera: la macrocelda 1 tiene espacio de 25 hectáreas al igual que la macrocelda 2; en la macrocelda 1 se manejaron cinco celdas con la capacidad de 5.4 millones de toneladas; en la macrocelda 2 se está trabajando con casi 10 celdas donde se tiene aproximadamente una capacidad de 3.8 millones de toneladas. La macrocelda 1 tuvo una vida de nueve años y dejó de operar en 2010 (entrevista Actor 1, 2019). En el caso del periodo de vida con la macrocelda 2, tiene que ver con la profundidad de la celda, habiendo dos formas de disponer los residuos, una es por área y la otra por trinchera, esta última es cuando se hace una excavación que permite hacer un estudio de la dinámica del suelo para saber la capacidad de carga de éste, permitiendo conocer qué tanto se puede perforar para empezar a armar las celdas; debido a esto puede variar la profundidad de cada celda. De acuerdo con el Diagnóstico Básico del SIAP (2020), a 2019 se tiene contabilizado un ingreso acumulado de 7'762,052 toneladas de residuos sólidos con una vida útil para El Verde hasta el año 2030.

#### *Caracterización de residuos en El Verde*

De acuerdo con la Norma NOM-083-SEMARNAT-2003, se reciben solamente residuos sólidos urbanos, en este caso para El Verde hay un control, a diferencia del que no se tuvo en La Reserva.

Existen varios filtros para la disposición de los residuos, en la caseta se registra la unidad con placas y origen del residuo; posteriormente pasa a la báscula donde se realiza otro filtro, se tienen que dejar datos, no importando si es particular o municipal, se pesa la unidad (peso bruto); finalmente, en la parte de tiro hay vigilantes que pertenecen al personal de la empresa responsable (PASA), y también hay personas del municipio (del SIAP) vigilando la zona para verificar que no entren residuos de manejo especial, como escombros o residuos peligrosos. De esta manera se presenta un mayor control respecto a los residuos que ingresan; no obstante, siguen entrando residuos del sector de cuero y calzado, solamente se recibe raspa y pelambre; aunque son tipificados residuos de manejo especial, éstos no conllevan ningún riesgo. Para que los residuos de un lugar, empresa, negocio, etc. sean considerados de manejo especial, tienen que rebasar las 10 toneladas por año (entrevista Actor 1, 2019).

El Verde cuenta con un supervisor por turno, vigilando las 24 horas; en las noches no entran camiones particulares, sólo municipales. Se manejan horarios diferentes de recepción; en caso de los particulares, se reciben de 7 a 15 horas; para los servicios municipales los días de recepción son los lunes y martes de 7 a 19 horas y del miércoles en adelante es sólo hasta las 17:30 horas; esto dado que es necesario un tiempo para realizar las compactaciones del día y preparar la zona para el turno de noche, cuando comienzan a ingresar a partir de las 23 horas; de 18 a 19 horas se mantiene cerrado para el cambio de turno de los basculistas.

Respecto a lo que ingresa actualmente al relleno, se tiene que entre el 75 y 80% de las 1,200 toneladas que entran diariamente son de tipo orgánico.

Uno de los residuos que se genera constantemente es el de las llantas. Actualmente siguen entrando neumáticos a El Verde, pero no se disponen, se pesan y se cobra una cuota por el acceso de este tipo de residuos; normalmente son empresas particulares quienes llevan el mayor número de llantas. Existe un área de separación de éstas, y cuando llega el Programa Llantatón se las llevan para un uso como insumo.

En la macrocelda 2 se dejaron de enterrar llantas cuando comenzó el Programa Llantatón, aproximadamente en el año 2016. Cabe señalar que sí se confinaban, pero la empresa PASA trabajó con algunas empresas privadas dedicadas a reutilizar una parte de las llantas; en ocasiones un tráiler desde Guadalajara se lleva este residuo, lo que contribuye a que no todas las llantas permanezcan en El Verde. Desde 2010 se vienen realizando estas prácticas de separación y colocación de llantas para otros usos, aunque no era constante, se realizaba dos veces al año el traslado de llantas a otro lugar. Actualmente se tiene registro de que ingresa un aproximado de 200 y 2,500 llantas al relleno, esto de acuerdo con el último Llantatón (entrevista Actor 1, 2019).

### *El volumen de la generación de residuos*

El ingreso de RSU a El Verde hasta 2015 era aproximadamente de 1,500 toneladas diariamente; a partir de 2016 se ha incrementado en 100 toneladas al día la entrada de RSU, teniendo actualmente un ingreso de 1,600 toneladas al día, de las cuales 1,200 son de origen domiciliario y el resto proveniente de particulares. En días normales, lunes a sábado, entran aproximadamente 250 rutas a descargar, mientras en días domingo apenas descargan 50 rutas, que son las que usualmente trabajan en la zona centro de la ciudad. Los lunes es cuando se registran los mayores volúmenes de RSU, en promedio entran hasta 2,000 toneladas, mientras que en un domingo ingresan aproximadamente 200 toneladas (entrevista Actor 1, 2019).

Los meses con mayores volúmenes de ingreso a El Verde son los de temporada de lluvia, con agosto como el mes más representativo, esto en comparación con el mes de abril, que registra los menores ingresos en términos de peso. Los meses agosto-septiembre no implican que se generen mayores volúmenes de RSU, sino que éstos pesan más por el agua que acumulan (humedad) debido al periodo de lluvias. La ausencia de una cultura que contraiga el compromiso social de sacar los residuos de la vivienda previo al recorrido de los camiones recolectores, tiene implicaciones de tipo ambiental y económico. En este último componente el municipio tiene que pagar más a las empresas concesionarias del servicio de recolección por el excedente hídrico presente en los residuos recolectados, así como también mayores pagos a la empresa concesionaria del relleno sanitario El Verde por la entrada de residuos humedecidos en los periodos de lluvia.

Como ya se mencionó, en 2016 comenzó a subir el volumen entrante al relleno, una de las razones es el crecimiento poblacional y el desarrollo de nuevos fraccionamientos a los cuales se les debe dar servicio. Considerando el estudio de la Semarnat (2015), que señala una generación *per cápita* al día de entre 1.16 y 2 kg/persona/día de residuos, en León el SIAP tiene un cálculo por debajo de la media, encontrándose entre

0.6 y 08 kg/persona/día (SIAP, 2020). Si bien existe un crecimiento en el volumen total de generación de RSU, hay acciones que están aliviando la entrada al relleno sanitario El Verde. Programas municipales desde el SIAP como el Llantatón, Recopila, Residuos con valor, Captación de vidrio, entre otros programas, se puede observar que han tenido resultados positivos, permitiendo la reducción de los volúmenes entrantes al relleno. Se considera que todos los programas, junto con la pepena que realizan los recolectores urbanos, tienen un impacto de evitar la entrada al relleno El Verde en 100 toneladas en los últimos tres años (entrevista Actor 1, 2019).

En términos *per cápita* está disminuyendo lo que ingresa al relleno. Sumado a los programas del SIAP para reducir los ingresos, se encuentra el papel que desempeñan los recuperadores urbanos, conocidos anteriormente como pepenadores. Hablando de recuperadores urbanos, el relleno sanitario no tiene permitido el acceso a estas personas; sin embargo, el papel de los recuperadores es fundamental entre el momento cuando el ciudadano deja dispuestos los residuos de su vivienda en la acera de su calle, y el momento previo cuando el camión recolector realiza el servicio.

¿Qué pasa en el trance de la recolección? Un claro ejemplo es que se coloca la basura afuera de la vivienda y aún no pasa el camión, la gente está separando la basura, ya sea cartón, PET, etc., porque sabe que va a pasar alguien y se lo va a llevar, contribuyendo a reducir la carga de lo que entra al relleno El Verde (entrevista Actor 1, 2019).

#### *La báscula como instrumento de gestión: una herramienta ausente en la Reserva*

El Verde tiene dos básculas, una de entrada y otra de salida; cuando entra el camión se toma un primer peso bruto, se registran los datos: el nombre del operador, el tipo de camión, si es de ruta o particular y placas. Ya depositados los residuos, a la salida se vuelve a pesar para obtener el peso neto complementando la boleta de datos, la original es entregada al operador, éste la firma y el SIAP se queda con dos copias, una para la empresa y otra para el municipio para poder realizar el corte. La báscula es gestionada por la empresa PASA, el SIAP sólo supervisa que opere correctamente. Esto último se hace por medio de las calibraciones, realizadas por una empresa certificada ante la EMA, dicha empresa entrega una calcomanía por año que va pegada a las básculas, ha habido ocasiones que lo han hecho hasta dos veces por año, aunque la norma indica que tiene que ser una vez al año. Sin embargo, la báscula cumple un papel fundamental en la generación de información bajo la que se guía la gestión de RSU en el municipio y sin la cual no se podrían tomar decisiones.

#### *Las problemáticas presentes en El Verde*

La evaluación realizada por el *Diagnóstico básico del SIAP* (2020) muestra que existen múltiples problemáticas asociadas en la gestión del relleno sanitario El Verde, lo que tiende a generar diversas afectaciones de tipo ambiental principalmente. A continuación se enlistan los principales puntos detectados con elevados riesgos laborales, además de los ambientales:

- En 2019, los residuos sólidos se están depositando en la zona ya clausurada, esto se debió a que la geomembrana utilizada para la impermeabilización de la nueva celda presentó un desperfecto en la soldadura, lo que ocasionó el desprendimiento de la misma.
- Se pudo observar afloramientos de lixiviados en varias zonas del sitio, que no se canalizan a la planta de tratamiento de lixiviados.
- Estos afloramientos se encontraron en la parte alta del sitio, los cuales en temporada de lluvias pueden mezclarse con el agua de lluvia y llegar a las partes bajas del sitio, o bien a zonas donde no se cuenta con impermeabilización, originando la contaminación del suelo por infiltración de dichos lixiviados.
- Otra mala práctica que se pudo detectar, es la nula delimitación de una zona de descarga exclusiva para vehículos de descarga lenta, lo cual origina retrasos en la descarga de residuos de los demás vehículos recolectores.
- El patio de maniobras y la zona de descarga presentan condiciones pésimas, cantidad considerable de lodo, lo cual genera problemas de maniobras para los vehículos, ocasionando retrasos y complicaciones en el frente de trabajo.
- Aunque el patio de maniobras y la zona de descargar cuentan con bandereros, éstos no realizan su trabajo de manera correcta, ya que se puede observar que los vehículos recolectores descargan en completo desorden, lo cual podría generar incidentes graves.
- Se observó que algunos pozos y las conexiones de la red de biogás están a la intemperie, esta situación ocasiona el desgaste prematuro y disminución de la vida útil de las piezas; aspecto que podría generar que el biogás se fugue por estas piezas y se emitan a la atmósfera, además de perder presión en la red (SIAP, 2020: 35).

### *Los costos de El Verde*

El costo asociado a la disposición final de los RSU del municipio de León le compete a la Dirección General de Medio Ambiente. Ésta paga por tonelada a PASA para la gestión de la disposición y confinamiento de la basura. Las tarifas entre 2019 y 2020 han variado en 3%, al pasar de 92.62 a 95.4 pesos por tonelada, lo que equivale a un costo aproximado de 43.7 millones de pesos para 2019 y uno proyectado de 47.1 millones de pesos para 2020 (Ramos, 2020).

### *La generación de energía eléctrica a partir de biogás en El Verde*

A casi una década de vida del relleno sanitario El Verde, en 2009 se tenía información de que éste producía 500 metros cúbicos mensuales de lixiviados y 1,500 metros cúbicos por hora de biogás con estimaciones de generación de metano de 56% (PASA, 2010). Esta información sirvió de insumo para proceder a implementar un proyecto de eliminación de gases, aprovechando los bonos de carbono del protocolo de Kyoto, dando en 2009 paso a la instalación del evaporador de lixiviados con capacidad de 20 mil litros diarios de evaporación, esto como parte de una primera etapa de un pro-

yecto integral de generación de energía eléctrica a través de biogás para el municipio de León. En la segunda etapa se incorporó el quemador de biogás con capacidad de 5,400 metros cúbicos por hora, que implica 27 pozos conectados a una red de 5.2 km de tuberías. Dentro de los beneficios ambientales de estas primeras dos etapas se definió la reducción de 170 mil toneladas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) al año, control de olores, prevención de incendios y explosiones, así como la destrucción de entre 98 y 99% del metano producido en El Verde (PASA, 2010).

En 2019, después de cuatro años de anunciada la tercera etapa, el SIAP logró concretar el proyecto de generación de energía eléctrica a partir del biogás que se ha generado dentro de las macroceldas del relleno sanitario; esto como resultado de la participación del sector privado a través de la subsidiaria LFGE de PASA (México) e Hidrosán (Chile), que constituyen el proyecto Central LFGE León de S. de R. L. de C. V., con título de concesión a un plazo de 20 años.

### *Imagen 2*

Central LFGE León, S. de R. L. de C. V.



Fuente: José Castro AM, León (2019).

Para este proyecto se invirtieron 140 millones de pesos en la construcción de la Planta Generadora de Energía Eléctrica “Alberto Santos González”, la cual aprovecha toda la entrada de residuos orgánicos que ahora sirven de insumo para producir 2.8 mega watts de energía eléctrica, electricidad empleada para el alumbrado público de 28 mil luminarias en la ciudad de León (25% del total de luminarias de la ciudad) (Gobierno de Guanajuato, 2019).

Esta planta tiene como objetivo impactar ambientalmente en la disminución de entre 30 y 35 mil toneladas anuales de dióxido de carbono (Gobierno de Guanajuato, 2019). El proyecto también impacta en el ahorro financiero del 12% de lo que usual-

mente paga el municipio de León a CFE (Velázquez, 2019), aunque el negocio de LFGE León consiste en el compromiso que tiene del municipio de adquirirle toda la energía eléctrica producida.

## **Discusión y conclusiones**

El tema de los espacios para la disposición y confinamiento de los RSU es, sin dudas, uno de los puntos esenciales dentro de la GRSU. El contar con infraestructura, recursos técnicos, humanos y financieros es trascendental para garantizar la actual NOM-083-SEMARNAT-2003, la cual establece las condiciones necesarias para una adecuada gestión de esta etapa final de los residuos que se generan en la sociedad mexicana. En el caso específico de León, se ven avances significativos con su más reciente relleno sanitario El Verde; pero también arrastra una gama de asignaturas pendientes con el viejo tiradero La Reserva que ponen en riesgo los objetivos ambientales que se plantean desde el Sistema Integral de Aseo Público de León.

Por un lado, La Reserva, como se pudo observar es un pasivo ambiental que mantendrá dicho estatus mientras no se asuma el compromiso financiero, independientemente del orden de gobierno, para garantizar los recursos que permitan su cierre y clausura como lo dispone la NOM-083-SEMARNAT-2003. Este espacio, si bien está siendo controlado por el SIAP, no garantiza que esté libre de diversos riesgos ambientales y afectaciones en materia de salud pública mientras no se realice la correspondiente clausura, tal como señaló la información obtenida de la entrevista con el actor 2. Especialmente por la caracterización de residuos que presenta, entre ellos residuos de manejo especial provenientes de la industria de la curtiduría, los cuales por más de 15 años fueron dispuestos ahí sin los procesos que actualmente solicita la norma, y que como mencionó el actor 2, hay presencia de cromo hexavalente, el cual es de amplio riesgo para la salud y para el ambiente.

La Reserva mantendrá una invisibilización presupuestaria mientras no se presente algún accidente que la coloque en el ojo mediático y de la construcción de una opinión pública negativa, orillando a las autoridades a asignarle una partida presupuestal para ejecutar el actual proyecto de clausura. Sin dudas, La Reserva representa un típico ejemplo del menosprecio ambiental institucional que lo rezaga en la escala de prioridades, obligando al SIAP a gestionar paliativamente con recursos escasos un espacio peligroso para los leoneses.

En el caso de El Verde, éste es un relleno sanitario que cumple la NOM-083 al ser un proyecto desarrollado en el nuevo milenio. Como se mostró, El Verde es un espacio donde se gestiona la disposición y confinamiento final de RSU de la ciudad de León, se tiene controlado el sitio y se ha logrado ampliar el periodo de vida del relleno por 15 años más, esto principalmente por la reducción en la tendencia creciente de ingresos de RSU al relleno y por la aprobación de una tercera macrocelda, de tipo piramidal, que permitirá prolongar la vida de éste. No obstante, hay que señalar que El Verde presenta múltiples problemas como evidencia del *Diagnóstico básico del SIAP* (2020) y

que requieren de la amplia supervisión y sanción del SIAP como ente regulador para garantizar una gestión acorde con la NOM-083 por parte de PASA.

Se han dado pasos importantes en materia de disposición y confinamiento de RSU en León, pasando de un tiradero a cielo abierto a un SDF que cumple con la norma. El SIAP avanza, no tan rápido como sería lo deseable, en disminuir el ingreso de toneladas al relleno El Verde, así como en aprovechar la biomasa en forma de biogás que se produce para la generación de energía eléctrica. El logro de la Central LFGE León, en 2019 representa un avance significativo que incorpora a León como una de las ocho ciudades en todo el país que cuentan con una planta generadora de electricidad a partir de biogás, siendo la planta de León la segunda en capacidad de generación. Sin embargo, queda claro que la forma de gestión de RSU se está dando bajo una lógica mercantilizadora, dado que ahora los residuos orgánicos serán la principal fuente de generación de electricidad que servirá para el proceso de acumulación de capital para el sector privado, el cual tiene garantizado el mercado con el compromiso del municipio de adquirir toda su producción de electricidad. La participación del ciudadano se está perfilando desde el ámbito institucional para sostener un proceso de valorización de los residuos cuyos beneficios económicos serán capturados por terceros bajo la lógica de una economía circular. Contraria a esta lógica impulsada de mercantilización de la basura, el SIAP debería promover formas de participación ciudadana, a través de una educación ambiental radical, que deconstruya la cultura del consumismo y motive conductas responsables con el ambiente por parte de los leoneses. Sumado a esto, tendría que establecer condiciones para jerarquizar el componente ambiental en la agenda municipal, estableciendo que las políticas municipales se coordinen al interés ambiental, y dejen de subsumir al SIAP como el ente que debe ajustarse a la lógica economicista que se ha impuesto en León.

## Referencias bibliográficas

- Abellán, Edmundo. (2018). Modelos de prestación de servicios y plan director municipal. En: P. Tello, D. Campani y D. Sarafian (coords.), *Gestión integral de residuos sólidos* (pp. 36-48). AIDIS. Recuperado de: <https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/08/gestion-integral-de-residuos-solidos-urbanos-libro-aidis.pdf>
- AVINA. (2012). *Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades. Modulo 9. Gestión integral de residuos sólidos (GIRS)*. Ecuador. Recuperado de: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2018/CD002947.pdf>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México: Cámara de Diputados. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131748/23\\_ley\\_general\\_para\\_la\\_prevenccion\\_y\\_gestion\\_integral\\_de\\_los\\_residuos.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131748/23_ley_general_para_la_prevenccion_y_gestion_integral_de_los_residuos.pdf)
- Graziani, P. (2018). *Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos. Oportunidades para América Latina*. Banco de Desarrollo de América Latina. Recuperado de: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1247/Eco->



- nomia\_circular\_e\_innovacion\_tecnologica\_en\_residuos\_solidos\_Oportunidades\_en\_America\_Latina.pdf?sequence=9&isAllowed=y
- Hernández, J. (2019). *Efectos de la urbanización en la gestión del agua en las zonas periurbanas. El caso de la zona metropolitana de León, Guanajuato*. Tesis de maestría. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/340634763\\_Percepciones\\_sociales\\_del\\_proceso\\_de\\_municipalizacion\\_del\\_agua\\_potable\\_en\\_comunidades\\_periurbanas\\_de\\_Leon\\_Guanajuato\\_Social\\_Perceptions\\_about\\_the\\_Drinking\\_Water\\_Municipalization\\_Process\\_in\\_Peri-urban](https://www.researchgate.net/publication/340634763_Percepciones_sociales_del_proceso_de_municipalizacion_del_agua_potable_en_comunidades_periurbanas_de_Leon_Guanajuato_Social_Perceptions_about_the_Drinking_Water_Municipalization_Process_in_Peri-urban)
- Instituto Municipal de Planeación de León (Implan). (2019). *Diagnóstico del municipio de León 2019*. León, Guanajuato: Instituto Municipal de Planeación de León. Recuperado de: <https://www.implan.gob.mx/sistema-indicadores.php#>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de: <https://inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Jiménez, N. (2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México. Entre la intención. *Letras Verdes*, núm. 17, pp. 29-56.
- Kalia, K., Bolia, N., y Sishil. (2020). Waste management communication policy for effective citizen awareness. *Journal of Policy Modeling*, núm. 42, pp. 661-678. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/339632722\\_Waste\\_Management\\_Communication\\_Policy\\_for\\_Effective\\_Citizen\\_Awareness](https://www.researchgate.net/publication/339632722_Waste_Management_Communication_Policy_for_Effective_Citizen_Awareness)
- Municipio de León. (2017). *Presentación de actividades realizadas en el antiguo relleno sanitario "La Reserva"*. León: Municipio de León.
- Ojeda, V (2018). Antecedentes, limitaciones, barreras y problemática del manejo de los residuos en la región. En: P. Tello, D. Campani y D. Sarafian (coords.), *Gestión integral de residuos sólidos* (pp. 2-14). AIDIS. Recuperado de: <https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/08/gestion-integral-de-residuos-solidos-urbanos-libro-aidis.pdf>
- Sarafian, R. (2018). Disposición final de residuos sólidos urbanos. En: P. Tello, D. Campani y D. Sarafian (coords.), *Gestión integral de residuos sólidos* (pp. 2-14). AIDIS. Recuperado de: <https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/08/gestion-integral-de-residuos-solidos-urbanos-libro-aidis.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial de Guanajuato (SMAOT). (2021). *Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Guanajuato*. Guanajuato: Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial de Guanajuato. Recuperado de: <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/manejo-integral-de-residuos/196/Programa-Estatal-para-la-Prevencion-y-Gestion-Integral-de-los-Residuos-Solidos-Urbanos-de-Guanajuato>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2004). *NOM-083-SEMARNAT-2003*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de: <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1306/1/nom-083-semarnat-2003.pdf>

- . (2020). *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/dbgir-15-mayo-2020.pdf>
- Sistema Integral de Aseo Público (SIAP). (2016). *Modelo Integral para el Manejo y Gestión de Residuos en León*. León: GlobalMind.
- . (2020). *Programa Municipal para la Prevención y Gestión de Residuos para el Municipio de León, Guanajuato*. León: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental. Recuperado de: [https://a9abc043-3b7b-46a7-98b7-c2a506660cc0d.filesusr.com/ugd/c08315\\_a08dad4944a44fab29b3eb214c28b18.pdf](https://a9abc043-3b7b-46a7-98b7-c2a506660cc0d.filesusr.com/ugd/c08315_a08dad4944a44fab29b3eb214c28b18.pdf)
- Tchovanoglous, G., Vigil, S., y Theisen, H. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. España: McGraw-Hill.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2009). *Developing Integrated Solid Waste Management Plan*. Osaka: United Nations Environment Programme. Recuperado de: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7730>

## Medios digitales

- Castro, J. (2019). En León, convierten basura en energía eléctrica, provee energía a 228 mil luminarias. *Periódico AM de León, Guanajuato*. Recuperado de: <https://www.am.com.mx/guanajuato/noticias/En-Leon-convierten-basura-en-energia-electrica-provee-energia-a-28-mil-luminarias-20190907-0036.html>
- Gobierno de Guanajuato. (2019). *En Guanajuato trabajamos a favor de las energías renovables y sustentables: gobernador*. Guanajuato: Gobierno de Guanajuato. Recuperado de: <https://boletines.guanajuato.gob.mx/2019/10/24/en-guanajuato-trabajamos-a-favor-de-las-energias-renovables-y-sustentables-gobernador/>
- Promotora Ambiental (PASA). (2010). *Quemador de biogas en León, Guanajuato*. Monterrey: Promotora Ambiental. Video informativo. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=CoNiTo7yoS8>
- Ramos, O. (2020). Ésta es la cantidad diaria de basura que genera León. *Periódico El Sol de León*. Recuperado de: <https://www.elsoldeleon.com.mx/local/esta-es-la-cantidad-diaria-de-basura-que-genera-leon-4791007.html>
- Velázquez, I. (2019). Generará biogás relleno sanitario. *Periódico El Herald de León*. <https://www.heraldoleon.mx/generara-biogas-relleno-sanitario/>